

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Агеева Максима Игоревича

«Получение порошков жаропрочных никелевых сплавов и их применение в аддитивных технологиях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертация Агеева М.И. направлена на разработку эффективных способов получения сферических и овализованных порошков жаропрочных никелевых сплавов, удовлетворяющих требованиям технологий прямого лазерного выращивания (ПЛВ) и селективного лазерного сплавления (СЛС). Работа является весьма актуальной, что подтверждается широким применением аддитивных технологий для получения деталей сложной формы из жаропрочных никелевых сплавов.

Диссертантом проделана большая комплексная работа, в которой использован многостадийный подход от разработки режимов получения механической обработкой распыленных порошков жаропрочных никелевых сплавов до их апробации на предприятии. В частности, проведены параметрические исследования механической обработки распыленных порошков жаропрочных никелевых сплавов, в результате которых отмечен рост физических и технологических свойств обработанных порошков. Установлены механизмы дисперсного упрочнения алюминидов никеля в зависимости от способа получения и системы легирования. К достоинствам работы также можно отнести глубину исследований с применением передовых методов, позволяющих выявить взаимосвязь между технологией получения, составом, микроструктурой и термомеханическим поведением жаропрочных сплавов. Используя in-situ механические испытания методом push-to-pull в колонне просвечивающего микроскопа автором установлено влияние карбидов  $(\text{Hf}_x\text{Nb}_y)\text{C}$ , а также фаз Гейслера и Лавеса на механизм деформации и разрушения.

Практическая значимость заключается в предложенном способе механической обработки порошков в шаровой вращающейся мельнице, который был успешно апробирован в АО «Русполимет». Несомненной ценностью диссертации является оптимизация состава иерархически-структурированного жаропрочного сплава на основе моноалюминидов никеля, а также разработка способа получения узкофракционного порошка сочетанием методов СВС и плазменной сфероидизации.

Результаты исследований и положения диссертации представлены в 17 печатных работах, из которых 6 – в журналах из перечня ВАК и входящих в базы данных Scopus, Web of Science, 1 – секрет производства (ноу-хау).

По автореферату имеются следующие замечания и вопросы:

1. В 4-й главе не раскрыто процентное соотношение легирующих элементов base+X ( $X = \text{La}, \text{Mo}, \text{Zr}, \text{Ta}, \text{Re}$ ), что не позволило оценить систему легирования. Например, лучшие механические свойства сплава отмечены при легировании 15%Mo, но максимальная жаростойкость достигнута при добавке 0,5%Zr. Проводились ли испытания при одинаковом содержании легирующих элементов?

2. По результатам сравнительных испытаний на стойкость к высокотемпературному окислению отмечено образование защитного слоя на основе оксида алюминия, но не указана структурная модификация  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , которая существенно влияет на стабильность слоя.

Однако указанные замечания не снижают ценности и значимости работы. Диссертация Агеева М.И. в полной мере отвечает всем критериям, предъявляемым к диссертациям ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положениями о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», а ее автор, Агеев Максим Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Согласны на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и дальнейшую их обработку.

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных дисциплин имени  
профессора В.М. Финкеля  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Сибирский государственный  
индустриальный университет»  
Доктор физико-математических наук. (01.04.07  
- физика конденсированного состояния),  
профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ,  
Лауреат премии Правительства РФ в области  
науки и техники,  
Лауреат премии РАН им. И.П. Бардина  
28.11.2023

Громов  
Виктор Евгеньевич

Д.т.н. (специальность 01.04.07 – физика  
конденсированного состояния), доцент,  
Профессор кафедры естественнонаучных  
дисциплин  
им. профессора В.М. Финкеля

28.11.2023

Невский  
Сергей Андреевич

Подписи В.Е. Громова и С.А. Невского  
удостоверяю  
Ведущий специалист по кадрам ОК ФГБОУ ВО  
«СибГИУ»



Гнеушева  
Юлия Германовна

Адрес: 654006, г. Новокузнецк, ул. Кирова 42, СибГИУ, каф. естественнонаучных дисциплин  
им. проф. В.М. Финкеля. Телефон (3843) 46-22-77, факс (3843) 46-57- 92, E-mail:  
gromov@physics.sibsiu.ru, snevskiy@bk.ru